

ERGONOMIJA U PLANIRANJU I REALIZACIJI DIZAJNERSKIH PROJEKATA

- Istraživanje Robertsona je pokazalo da se primena ergonomskih saznanja u kapitalnim projektima pokazala kao odlična poslovna investicija (Attwood i saradnici). Ukoliko se ljudski faktor obuhvati na samom početku izrade projekta troškovi projekta se najčešće neće uvećati.
- Projekti se sprovode svakodnevno u svim fabrikama i poslovnim institucijama. Najčešće to nisu kapitalni projekti, već manji projekti koji se često nazivaju osnovnim ili lokalnim projektima. Bazični projekti po pravilu kraće traju od kapitalnih projekata.
- Svaki proces koji obuhvata bitnu promenu, rekonstrukciju ili plansko održavanje nekog važnog dela opreme u praksi se najčešće tretira kao projekat.
- U osnovne projekte obično spadaju proširenje kapaciteta, modifikacija fabrike ili neko njeno unapređenje. Bazične (osnovne) projekte obično sprovodi lokalni projektni tim.
- Globalno posmatrano, uloga ergonomije u izradi projekata se najčešće vezuje za redukovanje opasnosti od potencijalnog povređivanja korisnika ili radnika, kao i obezbeđivanje adekvatnih uslova i rešenja kako bi projektno rešenje bilo u skladu sa sposobnostima, ograničenjima i zahtevima ljudi.
- Smatra se da odgovornost za primenu ergonomskih principa u bazičnim projektima imaju supervizori, ili oni izvršioци koji su prošli obuku iz oblasti ergonomije. U kasnijoj fazi, lokalni projekti iz svih radnih jedinica se podvrgavaju kontroli specijalista iz oblasti ergonomije.
- Nasuprot uobičajenom ubeđenju, uloga upravljanja projektima je mnogo više od prostog "na vreme i u skladu sa budžetom". Upravljanje projektima kao mehanizam takodje treba da:

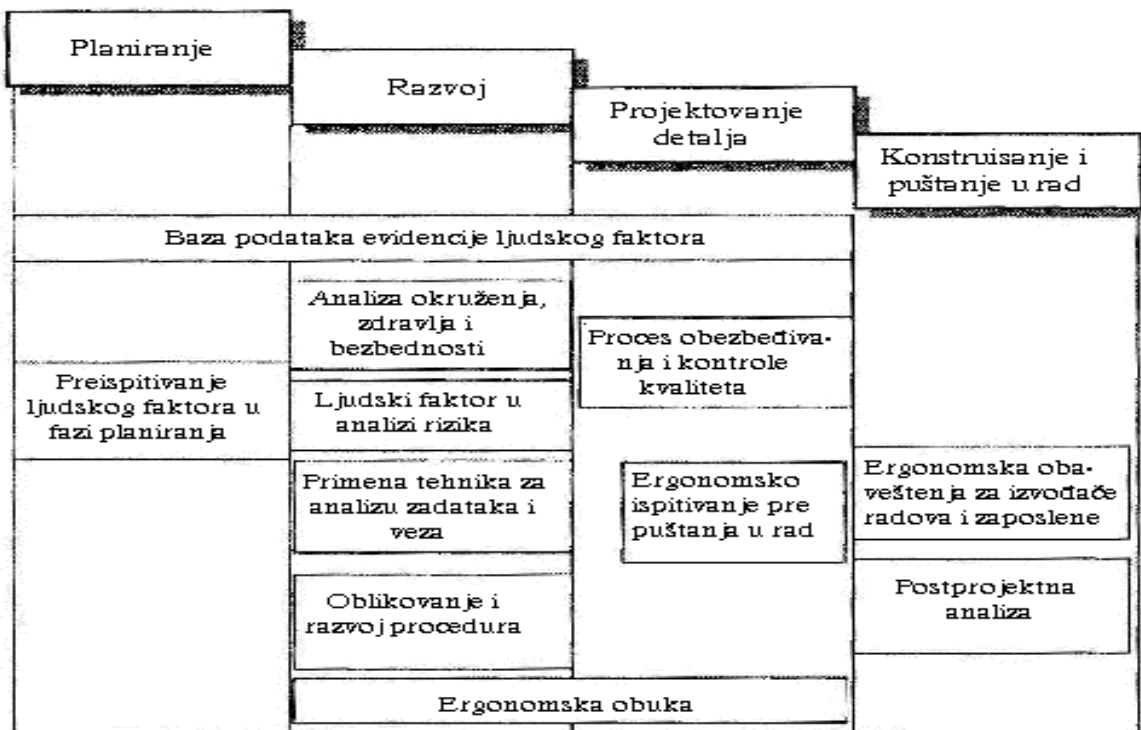
- integriše ljudski faktor u proces realizacije projekta
- obezbedi zastupljenost ergonomskog pristupa prilikom konstruisanja
- omogući specifikaciju svake ergonomske stavke prilikom dizajniranja detalja
- identifikuje sve ergonomske aspekte tokom realizacije svake faze projekta
- obezbedi ergonomsku procenu opreme i postrojenja pre puštanja u rad
- obezbedi postprojektnu analizu kako bi se omogućilo da nova saznanja do kojih se došlo tokom realizacije projekta budu obuhvaćena u narednim projektima, sa ciljem kontinualnog poboljšanja primene ergonomskih pristupa i rešenja (Attwood i saradnici).

ERGONOMSKI ALATI NAMENJENI UPRAVLJANJU I REALIZACIJI DIZAJNERSKIH PROJEKATA

- Slika 84 ilustruje ergonomske alate koji se koriste za potrebe projektovanja. Ova slika takođe prikazuje stadijume projekta na kojima je predviđeno da se koriste pojedini alati. U nastavku će biti ukratko opisani pojedini ergonomski alati i njihova primena u pojedinim fazama projektovanja.

Baza podataka evidencije ljudskog faktora

- Baza podataka evidencije ljudskog faktora se sastoji od radne tabele u koju se beleže ergonomske faktori vezani za dizajn, neposredno po njihovom identifikovanju.
- Ovu bazu podataka popunjavaju određeni članovi projektnog tima prema određenom redosledu.
- Baza podataka evidencije ljudskog faktora se najpre formira od strane koordinatora projekta, koji kao pomoćni alat koristi generičku (osnovnu) ergonomske kontrolnu listu u fazi planiranja poslova.
- Ovu bazu podataka zatim popunjavaju članovi razvojnog tima kako bi specifikovali odgovarajuća svojstva opreme, uključujući i dizajn ambalaže.
- Baza podataka evidencije ljudskog faktora se dalje prosleđuje do projekatanta i pogonskih inženjera u fazi kreiranja pojedinih detalja dizajnerskog rešenja.
- Koordinator projekta ima odlučujuću odgovornost u smislu obezbeđivanja uslova da sve bitne ergonomske stavke budu obuhvaćene ovom bazom podataka po pojedinim fazama, kako je prethodno navedeno (Atwood i saradnici).



Slika 84. Ergonomske alati koji se koriste za planiranje, razvoj i dizajn sistema (Attwood i saradnici).

Preispitivanje ljudskog faktora u fazi planiranja

- Neposredno nakon kreiranja osnovne ideje, odnosno globalnog osmišljavanja projekta, ljudi obuhvaćeni projektom na osnovu prethodnog iskustva već imaju osnovnu predstavu kako fabrika (oprema, proizvod) treba da izgledaju. Oni već u ovoj početnoj fazi mogu približno da procene da li predviđeno inženjersko rešenje može dovesti do pojave kompleksnih operacija koje treba izvršiti, ili obavljanja radnih zadataka koji prevazilaze ljudske sposobnosti i veštine.
- Sa ovom vrstom preispitivanja treba ići sve dotle dok god se ne ostvari puno razumevanje svih mogućih aspekata u vezi sa samom suštinom sistema ili proizvoda, odnosno uslova pod kojima će biti korišćen (Woodson).

- Pomoćni ergonomska alat koji se oblikuje i koristi u ovoj fazi sastoji se iz liste pitanja za proveru, namenjenih identifikovanju osnovnih ergonomske informacije vezanih za predloženo novo rešenje.
- Neka od osnovnih pitanja koja u ovoj fazi treba postaviti vezana su za uslove radnog okruženja (buku, osvetljenje, vibracije, mikroklimu), predviđeni radni prostor za izvršenje radnog zadatka, radno opterećenje, efekte na zdravlje, bezbednost i slično.
- Ukoliko se na bilo koje od postavljenih pitanja iz kontrolne liste odgovori sa da (ili moguće je), stavka o kojoj je reč se tada pridodaje u bazu podataka evidencije ljudskog faktora, kako bi bila razmotrena kasnije kada više informacija postane raspoloživo (Atwood i saradnici).

Analiza okruženja, zdravlja i bezbednosti

- Cilj analize okruženja, zdravlja i bezbednosti (OZB) je da se identifikuju potencijalne opasnosti i načini za njihovu kontrolu ili eliminisanje. Ukoliko se na evidentirane opasnosti ne može delovati preventivno i ako se ne mogu držati pod kontrolom, tada ceo projekat mora biti obustavljen.
- Jedan deo OZB analiza se zasniva na toksikološkim razmatranjima. Međutim, većina OZB analiza je u svojoj osnovi inženjerskog karaktera i sa naglaskom na evidentiranje fizičkih štetnosti u odnosu na čoveka.
- U ovoj fazi projekta mnogo više informacija treba da bude dostupno kako bi se dao odgovor na kontrolna pitanja, nego što je to slučaj u fazi planiranja. Kao dodatak postavljenim pitanjima u fazi planiranja, u ovoj fazi rada na projektu treba dati odgovor i na još neka pitanja od vitalnog značaja. Neka od njih se odnose na karakter posledica, planiranje kritičnih zadataka, postupak u kritičnim situacijama, otklanjanje grešaka i slično.
- Kompletiranje OZB analize je u nadležnosti koordinatora projekta, ali ovu analizu obično sprovodi osoba koja je u projektu zadužena za ergonomska pitanja ili pitanja bezbednosti na radu (Atwood i saradnici).

Ergonomska obuka za članove projektnog tima

- Ergonomska obuka članova projektnog tima treba da obezbedi bazično razumevanje ljudskog faktora u svim oblastima vezanim za dizajn uređaja i opreme. Pored toga, obuka treba da omogući participantima da identifikuju probleme i bitne detalje u vezi projekta. Osnovni cilj ovakvih kurseva je da se participantima upoznaju sa osnovnim saznanjima iz domena granica ljudskih mogućnosti i sposobnosti, da im se pruže neophodna znanja kako bi mogli da prepoznaju ergonomske probleme neposredno po njegovom pojavljivanju, zatim da se prezentuju ideje i slučajevi iz prakse koji se odnose na to kako se problemu može pristupiti iz ergonomske perspektive, odnosno da se participantima približe alati koji omogućavaju integraciju ergonomske pristupa u projekat.
- Čim se definišu zahtevi koje obuka treba da ispuni, neophodno je definisati i obezbediti podršku za tu obuku, kao što su prostorije, lica koja će tu obuku sprovoditi, simulatore, dokumentaciju za obuku, specifične alate za obuku i drugi materijal (Woodson).
- U slučaju kapitalnih projekata, ergonomska obuku za članove tima treba organizovati dvaput tokom trajanja projekta.
- Prvu obuku treba sprovesti u fazi specificiranja stavki vezanih za projekat, znatno pre početka projektovanja detalja.
- Drugu obuku treba organizovati na samom početku faze koja se odnosi na projektovanje detalja.
- U najvećoj meri, polaznici ovog kursa treba da budu iz redova dizajnera opreme i nabavljača opreme.
- U slučaju bazičnih projekata, obuku treba sprovoditi u određenim ciklusima (najčešće svakih šest meseci) za stalne članove projektnog tima.
- Novi zaposleni radnici treba da se uključe na prvi dostupan kurs (Atwood i saradnici).

Ljudski faktor u analizi rizika

- Iako analizu rizika treba okvirno sprovesti još u periodu formulacije koncepta, ona se može detaljnije sprovesti tek kada postanu poznati konstrukcioni detalji, kako bi se mogli uzeti u obzir rizici usled verovatnoće pojave otkaza elemenata konstrukcionog sistema i operatora u datom okruženju (Woodson).
- Osnovni cilj analize rizika je da se identifikuju kritični elementi procesa.
- U slučaju kapitalnih projekata, analiza rizika se sprovodi pre faze projektovanja detalja.
- Kod bazičnih projekata, analiza karte procesa i instrumentacije (KPI) se sprovodi u fazi razvoja.
- U cilju procene rizika, potrebno je razviti i koristiti određene pomoćne alate koji će pomoći timu za analizu rizika u identifikaciji ergonomskih faktora koji iziskuju dodatan oprez prilikom preispitivanja opreme ili nekog njenog dela.
- Korišćeni pomoćni alat treba da bude jednostavan za upotrebu, odnosno da iziskuje minimalno vreme za obuku, pri čemu on ne treba da bude prethodno obuhvaćen nekom postojećom preporukom ili standardom. U tu svrhu se može koristiti recimo analiza kritičnih zadataka (Atwood i saradnici).
- Analiza rizika je sekvencijalan proces koji se sprovodi korak po korak, odnosno za svaku mašinu ili deo opreme ponaosob.
- Kvalitetno sprovedena ergonomska analiza rizika ima tu osobinu da brzo i precizno pravi razliku između delova sistema koji su relevantni za ljudski faktor i onih koji nisu. Ovom analizom se razmatra samo ona oprema koja obuhvata interfejs čovek - mašina. Pažnja se fokusira na onu opremu koja može biti posebno rizična za proces, operatora ili radnike u održavanju.
- Sprovođenje analize rizika iziskuje da u radni tim bude uključena osoba koja poseduje praktično iskustvo iz oblasti ergonomije. U slučaju izrade velikih projekata, neophodno je učešće specijaliste iz oblasti ergonomije sa obimnim teoretskim i praktičnim znanjem. Ostalim članovima tima koji nisu stručnjaci iz domena ergonomije treba obezbediti kraće kurseve, čime bi stekli osnovna znanja koja se odnose na evidenciju potencijalnih rizika.
- U svom radu, članovi tima za analizu rizika koriste određene ergonomske liste za proveru. One omogućavaju da se njihovom primenom na efikasan način utvrdi da li određena oprema iziskuje neki vid ergonomske intervencije.
- Svaka lista za proveru sadrži pitanja kojima se identifikuju najvažnije ergonomske karakteristike posmatrane opreme ili sistema, tako da tim može brzo doneti odluku da li postoji potencijalni problem i koju akciju sa tim u vezi treba preduzeti. Lista za proveru se obično oblikuje za sledeću opremu: ventili, otvori, pumpe, kompresori, protivpožarni sistemi, reaktori, sušare, rezervoari, peći, kotlarnice, filteri, postrojenja koja rade pod visokim opterećenjem i slično.
- Ukoliko se identifikuju elementi koji zahtevaju posebnu pažnju i dodatno razmatranje, zapažanja se beleže u posebnu evidenciju namenjenu za analizu rizika, kao i u bazu podataka evidencije ljudskog faktora.
- Ukoliko se uoče segmenti sistema koji iziskuju intervenciju, tada je potrebno preduzeti određene korake. Pre svega, neophodno je da se tim za procenu rizika usaglasi oko rešenja koje se zasniva na njihovom poznavanju ljudskog faktora. Ostvarena poboljšanja i preporuke se zatim beleže u evidenciju namenjenu za analizu rizika i u bazu podataka evidencije ljudskog faktora, sa ciljem njihovog naknadnog korišćenja za druge potrebe i projekte. Zatim tim za procenu rizika preporučuje temeljno ispitivanje dizajna koji se odnosi na interfejs čovek - mašina. Takođe, tim za ergonomsku procenu rizika preporučuje da se obavi analiza kritičnih zadataka, kako bi se ergonomske probleme i njihova rešenja procenili formalnim, odnosno sistematskim pristupom. Na taj način se obezbeđuje odgovarajuće ergonomske rešenje, tako da se mogućnost od pojave ljudske greške i povređivanja smanjuje ili potpuno eliminiše.
- Često su potrebne dodatne informacije i specifična znanja kako bi se rešio neki problem koji je identifikovan ergonomskom analizom rizika. U tom smislu, rešenje za takve probleme često se traži izvan okvira predviđenih analizom rizika.

Oblikovanje i razvoj procedura

- Oblikovanje i razvoj procedura se vrši sa ciljem da se obezbedi da kroz prethodno sprovedenu analizu identifikovane funkcije i zadaci čoveka budu organizovani i strukturirani na način koji obezbeđuje pouzdanost, bezbednost i minimalan rizik po zdravlje i pojavu profesionalnih oboljenja pri korišćenju dizajnirane opreme (Woodson).
- Detaljno razrađena procedura usmerava aktivnost procesnog radnika korak po korak kroz zadatak prilikom korišćenja složenog postrojenja.
- Svaki zadatak ne iziskuje razradu procedure. Ukoliko zadatak obuhvata svega nekoliko jednostavnih koraka, ukoliko se on izvodi frekventno i ako su konsekvence od pojave greške minorne, tada nije potrebno oblikovati proceduru. Nasuprot tome, ukoliko je zadatak koji se obavlja kompleksan, ukoliko se obavlja povremeno i ako su konsekvence od pojave greške nezanemarljive, tada se preporučuje oblikovanje procedure (Atwood i saradnici).
- Sa stanovišta projekta, svaki kritičan zadatak koji operator ili radnik na održavanju treba da obavi iziskuje proceduru. Globalno posmatrano, kritični zadaci su svi oni zadaci čije neadekvatno izvršavanje može uzrokovati negativne posledice na pouzdanost sistema, efikasnost, bezbednost i troškove (Woodson).
- Zadatak za koji se izrađuje procedura treba da bude specificiran pre faze projektovanja detalja, s obzirom na to da način na koji se oprema koristi utiče na njen dizajn. Primera radi, izgled panela kojim se kontroliše rad kompresora treba da podržava redosled sekvenci po kojima se oprema koristi.
- U fazi razvoja projekta se jasno određuje koji će procesi biti podržani radom operatora a koji će se obavljati automatski. Što se pre adresiraju zadaci operatora i identifikuju potencijalne opasnosti, to je moguće dizajnirati kvalitetniji interfejs bez naknadnih dodatnih troškova.
- Redosled aktivnosti i način na koji se obavljaju pojedine operacije treba da budu u saglasnosti sa ergonomskim principima obavljanja radnih zadataka. Iz tog razloga, potrebno je da se obavi analiza kritičnih zadataka i analiza veza (Atwood i saradnici).

Tehnike analize zadatka

- Često je neophodno analizirati radni zadatak, kako bi se obezbedilo da dizajn opreme podržava način na koji operator radi. Ukoliko se zadatak ne obavlja na ispravan način, brojne su posledice koje se mogu odraziti na funkcionisanje sistema i imati negativne efekte po operatora.
- Dva osnovna alata se za takvu analizu najčešće primenjuju. To su analiza kritičnog zadatka i analiza veze.
- Cilj analize kritičnih zadatka je da obezbedi strukturirani, sistematski pristup koji bi dizajneri opreme i procesa koristili za identifikovanje i analizu zadataka koji su kritični za bezbedno izvršenje procesa upravljanja mašinom, odnosno korišćenje proizvoda.
- Tehniku analize zadataka je moguće primeniti na postojeći zadatak ili na zadatak koji još ne postoji. U oba slučaja ova tehnika se primenjuje na identičan način. Razlika je samo u količini informacija koje su dostupne za nalizu.
- U slučaju novih projekata, zadatak još uvek nije precizno utvrđen. Čak i u tom slučaju je moguće izvršiti analizu zadatka, a da bi se to učinilo analitičar ili tim koji sprovodi analizu moraju imati znanja o sledećem:
 - postrojenju u kojem će operator raditi
 - opremi koju će operator koristiti
 - okruženju u kojem će se obavljati radni zadatak
 - aktivnostima koje će operator obavljati, pevažodno sa aspekta procedure.

Često se zadaci koji su slični onima koje treba izvršavati u novom postrojenju mogu koristiti kao model za još nepostojeće zadatke koje treba podvrgnuti analizi.

- U slučaju projekata, proces analize kritičnih zadataka se obavlja u dva koraka. Prvi korak se odnosi na identifikaciju kritičnih zadataka a drugi na analizu tih zadataka.
- Kritični zadaci su oni koji:

- iziskuju rad ljudi u ekstremno teškim uslovima okruženja u dužem vremenskom periodu
- iziskuju rad ljudi u skućenom prostoru tokom dužeg vremenskog perioda
- obuhvataju ručno rukovanje materijalom u dužem vremenskom periodu
- imaju izražen potencijal za pojavu situacija štetnih po zdravlje, bezbednost i okruženje
- zahtevaju od radnika korišćenje kritičnih procedura.

- Analiza veza omogućava da se ispita organizacija ljudskih zadataka u smislu logičnog grupisanja i struktuiranja aktivnosti.
- Analiza veza se preporučuje kako na nivou radnog mesta kao celine, tako i na nivou projektovanog interfejsa (Woodson).
- Cilj analize veza je da se obezbedi takav razmeštaj opreme koji će omogućiti operatorima i radnicima na održavanju efikasan rad.
- Loše dizajnersko rešenje primorava operatora da nepotrebno radi simultano između različitih radnih jedinica. Nasuprot tome, dobro dizajnersko rešenje omogućava radniku da u okviru iste radne jedinice završi posao, pa da tek onda pređe po potrebi u drugu radnu oblast kako bi završio naredni skup zadataka.
- Potrebno je da dizajner predvidi lokaciju opreme na taj način da rastojanja koja operator treba da pređe između aktivnosti budu svedena na minimum (Atwood i saradnici).

Proces obezbeđenja ergonomske kvaliteta i kontrole kvaliteta

- Obezbeđenje i kontrola kvaliteta (OK/KK) su tekući procesi koji prate proces dizajniranja sve do završetka procesa projektovanja detalja (Attwood i saradnici).
- Stručna lica iz oblasti OK/KK treba da imaju opšte tehničko obrazovanje i znanja koja se tiču kako dizajniranja procesa i opreme, tako i ergonomije.
- Osoblje zaduženo za OK/KK sa stanovišta ergonomije obavlja veći broj aktivnosti. Pre svega, oni su zaduženi za ergonomske obuke projektnog tima, radnika i nabavljača opreme. Cilj ove obuke je podizanje svesti kod osoblja o tome kako mogućnosti i ograničenja ljudi utiču na dizajn opreme i postrojenja sa kojima treba da rade. Oni takođe kontrolišu da li su svi identifikovani ergonomske problemi koji su zabeleženi u bazi podataka evidencije ljudskog faktora na odgovarajući način rešeni od strane projektanata i ugovarača. Ergonomske OK/KK osoblje procenjuje i uticaj promena u dizajnu na rad operatora i radnika održavanja sa stanovišta mogućnosti prilagođavanja i ljudskih sposobnosti. Isto tako, oni treba blisko da saraduju i sa OK/KK specijalistima iz drugih disciplina (posebno bezbednosti), što dodatno doprinosi realizaciji rešenja koja se odnose na ljudski faktor.

Ergonomske ispitivanje pre puštanja u rad

- Ergonomske ispitivanje pre puštanja u rad predstavlja vrstu kontrole nad postrojenjem ili fabrikom koje se sprovodi primenom kontrolnih lista.
- U slučaju kapitalnih projekata, ispitivanje pre puštanja u rad se sprovodi kada je završeno oko 90 % od ukupne konstrukcije (Attwood i saradnici).
- Analognu kontrolu treba sprovesti i u slučaju bazičnih projekata.
- Nadzorni tim treba da bude sastavljen od specijalista iz oblasti ergonomije, održavanja, bezbednosti i projektanata.
- Potrebno je naglasiti da pitanja iz kontrolne liste koja se odnose na vizuelne performanse treba popunjavati kako noću (da bi se procenilo da li je obezbeđena dovoljna količina svetlosti), tako i danju (da bi se obezbedilo da blještanje koje potiče od sunčeve svetlosti ne predstavlja dodatan problem).

- Esencijalni deo ispitivanja pre puštanja u rad je provera statusa svih ergonomskih stavki od samog početka projekta. Preispitivanje baze podataka evidencije ljudskog faktora je od ključnog značaja za ovu aktivnost.
- Preduzimaju se dodatne aktivnosti za one stavke koje nisu prošle nadzor ili zahtevaju temeljnije ispitivanje.

Ergonomska obaveštenja za izvođače radova i zaposleno osoblje

- U fazi konstruisanja, dizajner treba da ispuni dva osnovna ergonomska cilja: realizuje projekat bez povreda ljudi koji izvode radove ili zaposlenih na projektu, odnosno da obezbedi vlasniku postrojenja da ona budu efikasna i bezbedna za rad i održavanje.
- Prvi cilj znači da treba obratiti pažnju na bezbednost radnika. Drugi cilj znači da treba obezbediti instalaciju samo one opreme koja minimizira potrebu za naknadnim prepravkama usled nebezbednog i neefikasnog rada.
- Davanje ergonomskih obaveštenja putem obuke i korišćenja maketa pomaže da se razvije svest kod izvođača radova i zaposlenog osoblja o ljudskom faktoru. Ujedno se pružaju informacije radnicima o postupku koji treba preduzeti ukoliko se u realnim uslovima susretnu sa nebezbednim i neefikasnim dizajnerskim rešenjem.

Postprojektna analiza

- Osnovni cilj postprojektna analize je da se pribeleži ono što je naučeno tokom izrade projekta, pozitivno i negativno, što je od posebne koristi za realizaciju procesa projektovanja. Na taj način, budući projekti se mogu planirati, oblikovati i realizovati efikasnije, pri čemu se kvalitet finalnog proizvoda kontinualno poboljšava.
- Kako bi proces postprojektna analize bio efikasan, neophodno je da se nova saznanja sakupljaju tokom svake faze izrade projekta. Nova znanja treba prikupiti na kraju svake faze projekta, u trenutku kada se projekat predaje sledećoj odgovornoj osobi za narednu fazu izrade.
- Kao što je poznato, obim i sadržina memorisanog materijala se tokom vremena smanjuju, tako da nepribeležena zapažanja najčešće tokom vremena ostaju izgubljena i neupotrebljiva za kasniji rad. Nakon šest meseci od trenutka kada je projekat kompletiran, odgovorne osobe za realizaciju pojedinih faza izrade projekta treba da se sastanu da diskutuju i podele stečeno znanje tokom izrade projekta.
- Nova saznanja treba uobličiti u konačni projektni izveštaj.
- Kod kapitalnih projekata, koordinator procesa je najpogodnija osoba za vođenje procesa postprojektna analize. Kod bazičnih projekata, lokalni projektni tim je zadužen za prikupljanje stečenih saznanja.